

Requisitos de Transparência para Engajamento de Desenvolvedores em Portais de Ecossistemas de Software

Thiago de Moura Parracho¹[0000-0001-5884-110X], Rodrigo Oliveira Zacarias^{1,2}[0000-0003-0005-4669], Henrique Prado de Sá Sousa¹[0000-0003-2150-8113] e Rodrigo Pereira dos Santos¹[0000-0003-4749-2551]

¹ Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro – Brasil
{thiago.parracho, rodrigo.zacarias}@edu.unirio.br,
{hsousa, rps}@uniriotec.br

² Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói – Brasil

Resumo Os portais de ecossistemas de software (ECOS) são interfaces Web que permitem a um desenvolvedor participar, consumir informações e se comunicar com outros atores, em um ecossistema de software. Melhorar o engajamento dos desenvolvedores é uma preocupação importante para manter um ECOS sustentável no mercado ao longo do tempo. A Experiência de Desenvolvedor (DX, do inglês *Developer eXperience*) é uma qualidade importante, uma vez que experiências negativas durante a interação com o ECOS pode resultar no desengajamento do desenvolvedor. Dificuldades enfrentadas durante a interação com um portal de ECOS dificultam o engajamento e podem fazer com que os desenvolvedores abandonem o portal e, conseqüentemente, o ecossistema. Este trabalho apresenta um conjunto de 13 requisitos não funcionais (RNF) de transparência para portais de ECOS que são capazes de contribuir para o engajamento. Esses requisitos foram definidos com base em fatores que afetam o engajamento dos desenvolvedores nos portais de ECOS, especificamente em ECOS de código aberto e híbrido. Para isso, foram realizados dois estudos de caso com desenvolvedores iniciantes e foram realizados uma pesquisa de opinião e um estudo de campo com desenvolvedores do mercado. Todos os RNF elicitados puderam ser mapeados às subcaracterísticas do RNF de transparência da informação, o que denota a importante contribuição desta qualidade tanto para incrementar o grau de satisfação na DX, como, conseqüentemente, para o engajamento.

Palavras-chave: Engajamento · Transparência · Requisitos não funcionais · Ecossistemas de software · Experiência de desenvolvedor.

1 Introdução

Para atender às novas demandas do mercado, têm surgido avanços nas estratégias e abordagens de desenvolvimento de software. Por essa razão, algumas

empresas estão investindo na abertura de suas arquiteturas para permitir que desenvolvedores externos colaborem com a produção de seus artefatos, em torno de uma plataforma tecnológica comum, a qual é conhecida como ecossistema de software (ECOS) [17]. Nesse contexto, as interfaces da Web Social (por exemplo, fóruns, redes sociais e portais Web) têm desempenhado papel importante dentro de um ECOS. Essas interfaces compõem os chamados portais de ECOS (e.g., portal Android³ e portal iOS⁴) [12] e são essenciais para que uma organização central (proprietária da plataforma) possa manter seu ecossistema sustentável no mercado ao longo do tempo.

Uma vez que a plataforma ECOS se encontra em funcionamento, a manutenção do engajamento dos desenvolvedores se torna uma preocupação contínua para a organização central por ser fator decisivo para manter a plataforma competitiva. É por meio dos portais de ECOS que os desenvolvedores irão consumir informações oficiais sobre a tecnologia que compõe a plataforma tecnológica comum e conhecer seus processos. O engajamento, que pode ser entendido como uma qualidade resultante das experiências do usuário [13], contribui para que os desenvolvedores retornem ao portal, bem como realizem contribuições para a evolução da plataforma tecnológica comum. O engajamento está diretamente relacionado à Experiência de Desenvolvedor (DX, do inglês *Developer eXperience*), que pode ser definida como um conjunto de experiências vivenciadas durante o processo de desenvolvimento de software [7].

Muitos desenvolvedores encontram barreiras ao utilizarem portais de ECOS, seja por problemas de usabilidade, dificuldade de acesso ou baixa qualidade de conteúdo [12]. Essas barreiras podem contribuir para a ausência de engajamento, que pode ocorrer pela falta de motivação, por uma estética desagradável ou por sentimentos negativos gerados durante a interação [13] com um portal de ECOS. Compreender aspectos que influenciam o engajamento ajuda no aprimoramento dos portais de ECOS, fazendo com que os desenvolvedores possam permanecer por mais tempo conectados, interagindo e consumindo informações oficiais.

Para ampliar a possibilidade do desenvolvedor ter uma experiência de interação agradável, é necessário implementar aspectos de qualidade que auxiliem no uso da plataforma. Por exemplo, deve-se implementar características que possibilitem ao desenvolvedor acessar informações de qualidade em meios em que haja facilidade de uso e de entendimento e nos quais seja possível auditar as informações [10].

Para identificar com maior profundidade os fatores que afetam o engajamento de desenvolvedores em portais de ECOS, foram realizados dois estudos de caso com desenvolvedores iniciantes e foi aplicada uma pesquisa de opinião e feito um estudo de campo para coletar informações de desenvolvedores do mercado. Observamos que todos os fatores vinculados à DX foram expressos de forma qualitativa, ou seja, não se vinculam às funcionalidades específicas de um ECOS, mas a requisitos não funcionais (RNF). Após a análise dos requisitos,

³ <https://developer.android.com/>

⁴ <https://developer.apple.com/>

percebemos que os RNF elicitados poderiam ser resumidos à aplicação do RNF de transparência nos portais de ECOS.

Posteriormente, mapeamos estes requisitos com o catálogo de transparência [10]. Esse mapeamento enriquece o conhecimento presente no catálogo de transparência ao trazer detalhes específicos ao tópico "portais de ECOS". As demais seções deste artigo estão organizadas da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica; a Seção 3 descreve o método de pesquisa; a Seção 4 apresenta os resultados; a Seção 5 apresenta as limitações e ameaças à validade do estudo; e, por fim, a Seção 6 conclui o trabalho.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Transparência em Ecossistemas de Software

De acordo com Manikas [11], os ECOS podem ser classificados em três tipos: proprietário, de código aberto e híbrido. O ECOS proprietário tem sua criação de valor baseada em contribuições proprietárias (e.g., SAP e Amazon). O ECOS de código aberto permite as contribuições de diferentes atores (e.g., Eclipse e Apache). Por fim, ECOS híbrido suporta contribuições proprietárias e de código aberto (e.g., Android e iOS).

Nesse contexto de múltiplos atores, podem ser apontados três papéis principais: (i) organização central (*keystone*): organização ou grupo que conduz o desenvolvimento da plataforma tecnológica comum; (ii) usuários finais (*end-users*): clientes que precisam das soluções disponibilizadas na plataforma para realizar seu negócio; e (iii) desenvolvedores externos (*third-parties*): utilizam a tecnologia da plataforma como base para desenvolver novos produtos e soluções [8].

Leite e Cappelli [10] definem o conceito de transparência como a condição que permite ao indivíduo acesso, facilidade de uso, qualidade de conteúdo, entendimento e auditoria das informações de interesse. A Tabela 1 apresenta um conjunto de características e subcaracterísticas que contribuem para a transparência.

Tabela 1. Características e subcaracterísticas que contribuem para transparência [10].

Transparência	
Característica	Subcaracterísticas
Acessibilidade	Portabilidade, disponibilidade e publicidade
Usabilidade	Uniformidade, intuitividade, simplicidade, ambiguidade, operabilidade, desempenho e adaptabilidade
Informativo	Clareza, acurácia, completeza, corretude, consistência, integridade, comparabilidade e atualidade
Entendimento	Compositividade, concisão, divisibilidade, detalhamento e dependência
Auditabilidade	Explicação, rastreabilidade, verificabilidade, validade e controlabilidade

No contexto de ECOS, a transparência permite às partes interessadas conhecer e entender os seus elementos, assim como os processos utilizados para o desenvolvimento de software em suas plataformas tecnológicas comuns [3]. Os

portais de ECOS são umas das principais interfaces que disponibilizam informações da plataforma tecnológica comum para a comunidade [12]. Nesse sentido, as organizações centrais, responsáveis por administrar esses portais, precisam mantê-los com os níveis de transparência adequados ao seu nicho de desenvolvedores externos, criando um ambiente propício para o consumo de informações e interação entre os atores.

Um dos principais benefícios da transparência para um ECOS é o seu papel central para coordenação dos seus membros, uma vez que permite que as partes interessadas acompanhem a evolução das atividades no ECOS [3]. Nesse sentido, para estender o conceito de transparência no contexto de ECOS, é necessária a implementação das suas características nos produtos e processos contidos no ecossistema [16].

2.2 Engajamento

De acordo com O'Brien e Toms [13], engajamento pode ser entendido como um elemento resultante da qualidade das experiências do usuário com a tecnologia, sendo esta caracterizada por desafio, apelo estético e sensorial, novidade, interatividade, controle e tempo percebidos, interesse e afeto, feedback e motivação.

Segundo os autores, há quatro etapas no processo de engajamento:

1) Ponto de engajamento: etapa na qual os usuários sentem que a experiência começou a ficar envolvente. Em alguns casos, eles tinham um objetivo específico em mente. Geralmente, esta etapa se inicia quando algo ressoa nos interesses dos usuários;

2) Período de engajamento: etapa marcada pela atenção que os usuários dedicam ao focar em sua tarefa e na aplicação, na novidade da experiência, em seu nível de interesse e em suas percepções de desafio, *feedback* e controle do usuário inerentes à interação. A atenção e a concentração ficam evidentes nesta fase;

3) Desengajamento: esta etapa ocorre quando os usuários decidem internamente interromper a atividade, ou quando fatores externos no ambiente fazem com que eles deixem de estar engajados; e

4) Reengajamento: nesta etapa, o desligamento de uma tarefa não necessariamente é o fim do engajamento. Experiências passadas positivas são indicativos de reengajamento e podem fazer com que os usuários voltem a utilizar uma aplicação ou portal Web. Esta etapa pode ocorrer tanto a curto quanto a longo prazo. Geralmente as motivações relacionadas a esta etapa são diversão, ser recompensado com conveniência e incentivos e aprender ou descobrir algo novo.

2.3 Trabalhos Relacionados

Diversos trabalhos mapeiam metas flexíveis para obter conhecimento sobre determinados domínios. Também utilizam metas flexíveis para representar RNF abstratos e utilizam a linguagem de modelagem SIG para mapear as relações

entre as metas flexíveis. Alguns trabalhos aprofundam os estudos sobre o domínio para construir catálogos de RNF⁵.

Por exemplo, Barbosa et al. [2] observam a necessidade de lidar com a complexidade e organizar o conhecimento sobre RNF de Sistemas de Informação (SI) em Cidades Inteligentes sob a perspectiva de Ecossistemas Digitais. Para isso, propõem a construção de um catálogo denominado ReQSI-CI. No processo de construção do catálogo, foi utilizado como fontes de informação um estudo exploratório e um mapeamento sistemático da literatura, seguido de uma pesquisa de opinião com estudantes, pesquisadores e profissionais brasileiros. Ao final, o ReQSI-CI foi consolidado e avaliado por especialistas.

Em Sousa et al. [18], é identificado que a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) faz referência a diversos elementos qualitativos em seu texto legal. Os autores realizam um mapeamento preliminar e propõem o uso do catálogo de RNF como um artefato técnico que auxilie o desenvolvimento de aplicações aderentes à Lei, bem como seu uso como artefato de prova jurídica, uma vez que mapeia os esforços empregados pelas organizações aos RNF determinados na LGPD.

Em Costa et al. [5], os autores observam a importância do RNF de confiança instanciado para Robôs Socialmente Assistivos (SAR), bem como a ausência de estudos nesta área. Os autores propõem a construção de um catálogo de RNF denominado NFR4TRUST. Para isso, foi realizado o levantamento bibliográfico do domínio e a construção de uma taxonomia de confiança no domínio dos SAR. A taxonomia foi utilizada como base para a definição do NFR4TRUST. O catálogo foi validado através do seu uso no domínio e por especialistas da área de requisitos, interação-humano-robô e fisioterapia.

Em Souza et al. [20], os autores utilizaram uma ferramenta para avaliar a transparência a partir da DX. Desenvolvedores realizaram tarefas em um portal de ECOS enquanto a ferramenta coletava dados da interação. Ao final, os autores puderam analisar os dados obtidos e verificar possíveis problemas com relação à transparência no portal. Por fim, em Meireles et al. [12], os autores propõem um artefato para avaliação dos portais de ECOS. Para isso, foram realizados estudos exploratórios em portais de ECOS e um mapeamento sistemático para identificar as características de transparência que são aplicadas aos portais. A proposta foi avaliada com especialistas.

Este trabalho também aborda o tema de transparência dos portais de ECOS, porém, se diferencia dos trabalhos relacionados por pesquisar os requisitos necessários para ampliar o grau de engajamento dos usuários-desenvolvedores através de contribuição na qualidade de transparência.

⁵ Convém destacar que um catálogo de RNF, além de registrar as relações entre metas flexíveis (modelo SIG), serve como um artefato de direcionamento na implementação dos RNF e apoia o mapeamento da variabilidade de operacionalizações [19][21].

3 Método de Pesquisa

O método de pesquisa consiste em cinco estudos, conforme apresentado na Figura 1. Esses estudos incluem a definição do problema de pesquisa, a revisão da literatura, a formulação das questões de pesquisa, a coleta e análise dos dados e a elicitación dos requisitos.

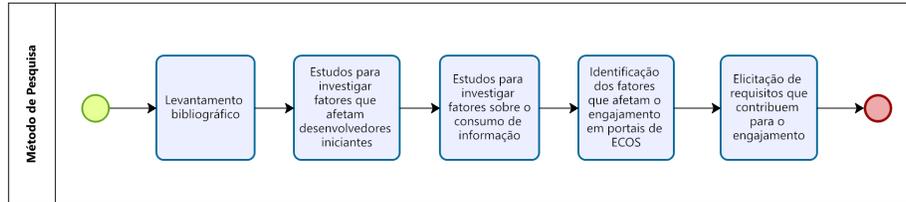


Figura 1. Etapas do método de pesquisa.

3.1 Levantamento Bibliográfico

Foram realizadas buscas por artigos científicos visando obter maior conhecimento sobre os temas de ECOS, DX, engajamento, transparência e elicitación de requisitos para embasar o trabalho, bem como para conhecer métodos, procedimentos de pesquisa e abordagens de análise de dados. Além disso, foram conhecidas as dimensões cognitiva, afetiva e conativa de Fagerholm e Münch [7].

3.2 Estudos para Investigar Fatores que Afetam Desenvolvedores Iniciantes

Foram realizados dois estudos de caso no contexto de disciplinas de Engenharia de Software (ES) para compreender as dificuldades que os desenvolvedores iniciantes (estudantes) enfrentam e identificar fatores que afetam a DX deles durante o processo de desenvolvimento de software.

1. **Disciplina Projeto e Construção de Sistemas:** o primeiro estudo, realizado no contexto da disciplina Projeto e Construção de Sistemas (PCS), teve como objetivo investigar e identificar quais são os elementos que tornam a DX de desenvolvedores iniciantes satisfatória ou insatisfatória. A disciplina ocorreu de forma remota durante os períodos de 2021.1 e 2021.2. Ao final, foi aplicado um questionário de avaliação, no formato on-line, nos dois períodos letivos e com duas turmas diferentes. Vinte e oito desenvolvedores responderam ao questionário. O intuito foi obter maior aprofundamento sobre os fatores de DX para, posteriormente, realizar interseções com o conhecimento sobre transparência e engajamento;
2. **Disciplina APIs e Frameworks de Software:** o segundo estudo, realizado no contexto de uma disciplina voltada para API (do inglês, *Application Programming Interface*), a disciplina APIs e Frameworks de Software (AFS),

ocorreu de forma presencial no laboratório de uma universidade no período de 2023.2, com o objetivo de identificar problemas na utilização de documentações oficiais e como isso afeta a DX de desenvolvedores iniciantes. Os participantes tiveram que realizar algumas tarefas consumindo informações nas documentações Axios⁶ e Express-validator⁷ e, após isso, foi aplicado um questionário de avaliação. Oito desenvolvedores responderam ao questionário. Por fim, os dados foram analisados, codificados e redes⁸ foram geradas utilizando a ferramenta Atlas.TI⁹.

3.3 Estudos para Investigar Fatores sobre o Consumo de Informação

Foram realizados dois estudos complementares: uma pesquisa de opinião e um estudo de campo baseado em entrevistas com desenvolvedores de diferentes setores com o objetivo de identificar os fatores que atraem e que afastam do uso de documentação oficial. Ademais, pretendeu-se identificar as motivações que os atraem e que os afastam de consumir informações em fontes não oficiais, ou seja, fontes de terceiros.

1. **Pesquisa de opinião:** foi realizada uma pesquisa de opinião com 50 desenvolvedores de software com diferentes perfis e níveis de experiência. Os participantes com menos de 3 anos de experiência profissional foram categorizados no grupo de baixa experiência, de 3 a 5 anos no grupo de média experiência e com mais de 5 anos no grupo de alta experiência. Com base nessa abordagem de agrupamento, nesta etapa, houve 12 participantes no grupo de baixa experiência, 16 no grupo de média experiência e 22 no grupo de alta experiência profissional. A média do tempo de experiência dos participantes é de 8 anos. Em relação ao segmento, 9 responderam que atuam na academia, 31 na indústria e 10 em ambos. A maioria dos participantes desenvolve para ECOS de código aberto, totalizando 38 participantes; 16 deles desenvolvem para ECOS de código proprietário; e 6 para ECOS de código híbrido, conforme a resposta dos participantes no questionário de caracterização de perfil. Os participantes puderam marcar mais de uma opção nessa questão. A partir dos relatos dos participantes, a codificação foi realizada e redes foram geradas para representar os relacionamentos entre as categorias e as subcategorias [15];
2. **Estudo de campo:** após a pesquisa de opinião, foi realizado um estudo de campo baseado em entrevistas com 14 desenvolvedores de software para confirmar os fatores identificados e identificar novos fatores. Houve 5 participantes no grupo de baixa experiência, 4 no grupo de média experiência e 5 no grupo de alta experiência profissional. A média do tempo de experiência dos participantes é de aproximadamente 6 anos. Em relação ao

⁶ <https://axios-http.com/>

⁷ <https://express-validator.github.io/docs>

⁸ Redes são elementos visuais para representar relacionamentos entre códigos/subcategorias e categorias.

⁹ <https://atlasti.com/pt>

segmento de atuação, 6 responderam que atuam na academia, 3 na indústria e 5 em ambos. A maioria dos participantes desenvolve para ECOS de código aberto, totalizando 7 participantes; 4 deles desenvolvem para ECOS de código proprietário; e 4 para ECOS de código híbrido. Os participantes puderam marcar mais de uma opção nessa questão do questionário de caracterização de perfil. Além disso, foi gerada uma nova rede. De acordo com as falas dos participantes, alguns fatores identificados na pesquisa de opinião tiveram seus nomes ajustados para melhor entendimento [15].

3.4 Identificação dos Fatores que Afetam o Engajamento em Portais de ECOS

Foram identificados os fatores que afetam o engajamento de desenvolvedores em portais de ECOS, a partir dos estudos realizados. Os fatores foram agrupados e inseridos em uma tabela. Identificadores (ID) para os estudos nos quais os fatores foram identificados foram incluídos na tabela para permitir a rastreabilidade e verificabilidade. O processo de identificação dos fatores foi dividido em quatro fases: (i) realização dos estudos com desenvolvedores; (ii) análise dos dados obtidos; (iii) discussão com outros pesquisadores acerca da codificação gerada; e (iv) listagem e agrupamento dos fatores.

3.5 Elicitação de Requisitos que Contribuem para o Engajamento

Os requisitos de software são especificados a partir do conhecimento adquirido sobre o domínio, através de processos de elicitação de requisitos [1]. Esse processo é dividido basicamente em duas fases: “*early requirements*” e “*late requirements*”. Na primeira fase, são identificados requisitos descritos em nível abstrato, mais próximo da perspectiva do domínio abordado. O objetivo é obter conhecimento suficiente para criar um arcabouço que oriente a fase seguinte, a qual é caracterizada pelo foco restrito aos aspectos técnicos que irão resultar nos requisitos de software devidamente especificados [6].

Uma das etapas importantes do processo de elicitação é a definição das fontes de informação, de onde serão extraídos os conhecimentos necessários. A qualidade das fontes de informação pode interferir na qualidade dos requisitos, especialmente quando estão sendo tratados requisitos qualitativos. Neste trabalho, a literatura foi utilizada como principal fonte de informação nos estudos iniciais. Desse estudo, foram obtidos os conhecimentos sobre “engajamento”, suas relações potenciais com a “experiência do usuário” e a “transparência” [14].

Estes requisitos abstratos são definidos como “*softgoals*” (metas flexíveis), os quais representam objetivos que não possuem uma definição clara e/ou critérios bem definidos de satisfação [4]. Essa característica qualitativa cria desafios nas tarefas de especificação, implementação e avaliação das metas flexíveis. Isso ocorre porque a definição e avaliação de determinada meta flexível está restrita ao ponto de vista do avaliador que irá mensurar a meta de acordo com suas premissas pessoais. Portanto, para poder obter maior conhecimento sobre a ação destas metas flexíveis no domínio de ECOS e obter o refinamento necessário na especificação dos RNF (abordagem *top-down*), foram utilizadas novas fontes de

informação, definidas por um conjunto de usuários-desenvolvedores de portais de ECOS [14].

Uma nova fase de elicitação foi realizada com esses usuários-desenvolvedores, possibilitando o mapeamento de novas percepções as quais delinearam a definição de um conjunto mais específico de requisitos. Esses requisitos permitiram o mapeamento de retorno (abordagem *bottom-up*) mais preciso com as metas flexíveis, o que expôs ainda mais a importância do requisito de transparência na contribuição com a experiência do usuário e, conseqüentemente, na contribuição com o engajamento.

Os requisitos foram elicitados a partir dos fatores que afetam o engajamento, tendo em vista os relatos dos participantes dos estudos. Esses requisitos tiveram como base as características e subcaracterísticas do SIG de transparência apresentado por Leite e Cappelli [10], o impacto de cada uma delas e suas operacionalizações. Os requisitos foram classificados, foram atribuídos ID e indicados a quais características e subcaracterísticas que contribuem para a transparência e a quais estudos estão associados.

Os dados obtidos nos estudos foram analisados de forma quantitativa e qualitativa. Houve um processo de codificação utilizando as codificações aberta e axial para os dados obtidos em cada estudo. Na fase seguinte, os códigos, categorias e subcategorias foram discutidos com outro pesquisador e verificados por outros dois pesquisadores e doutores com pelo menos 15 anos de experiência nas áreas de SI, ES, Interação Humano-Computador (IHC) e Engenharia de Requisitos. Por fim, na última fase, foram identificados e listados os requisitos a que esse trabalho se propõe. As respostas dos participantes dos estudos, bem como os instrumentos de coleta e protocolos podem ser visualizados na íntegra¹⁰.

4 Resultados

A seguir, são apresentados os resultados deste trabalho: a lista com os fatores que afetam o engajamento e os requisitos que contribuem para o engajamento de desenvolvedores em portais de ECOS.

4.1 Fatores que Afetam o Engajamento de Desenvolvedores em Portais de ECOS

A Tabela 2 apresenta os fatores que afetam o engajamento dos desenvolvedores em portais de ECOS. Nesta tabela, são apresentados os ID de cada fator, juntamente com seus respectivos nomes, descrições e os estudos nos quais foram identificados.

Os estudos realizados receberam um ID e são listados a seguir: (E1) Estudo de caso com desenvolvedores iniciantes no contexto da disciplina PCS; (E2) Estudo de caso com desenvolvedores iniciantes no contexto da disciplina AFS; (E3) Pesquisa de opinião com desenvolvedores de software; e (E4) Estudo de campo com desenvolvedores de software.

¹⁰ <https://doi.org/10.5281/zenodo.11215251>

Tabela 2. Fatores que afetam o engajamento dos desenvolvedores em portais de ECOS.

ID	Fator	Descrição	Estudo
F1	Acessibilidade	Capacidade de acesso, ou seja, possibilitar a entrada e a obtenção de informações	E1, E3 e E4
F2	Atualização das informações	Capacidade de manter as informações atualizadas conforme a mudança de versões	E1, E3 e E4
F3	Cobertura de casos específicos	Capacidade de apresentar e descrever soluções para casos específicos	E2
F4	Complexidade	Qualidade do que é complexo, podendo ser a construção composta de numerosos elementos interligados ou a falta de simplicidade	E3
F5	Compreensibilidade	Capacidade de alcançar o significado e o sentido	E1, E2, E3 e E4
F6	Confiabilidade	Qualidade do que é confiável, ou seja, (algo) sobre cuja segurança, resistência, firmeza, precisão etc. se pode estar tranquilo	E3 e E4
F7	Contextualização	Capacidade de contextualizar, de apresentar as circunstâncias que rodeiam um fato e de inserir num contexto	E3
F8	Design visual	Qualidade da estética da interface	E2 e E4
F9	Eficiência	Capacidade de ser efetivo, ou seja, o resultado obtido é satisfatório em relação ao tempo e esforço despendidos	E2
F10	Exemplos práticos de implementação	Capacidade de prover exemplos de aplicação de código	E2, E3 e E4
F11	Interação com outros desenvolvedores	Capacidade de prover comunicação entre os atores do ecossistema	E3 e E4
F12	Organização	Composição ou estrutura regular das partes que constituem um todo	E2, E3 e E4
F13	Prevenção de erros	Capacidade de apresentar medidas ou preparação antecipada (de algo) que visa prevenir (um mal)	E2
F14	Qualidade de conteúdo	Propriedade que determina a essência ou a natureza do conteúdo, sendo caracterizada por detalhamento, clareza, objetividade, correteza, completude e explicabilidade	E2, E3 e E4
F15	Quantidade de soluções encontradas	Diz respeito ao número de resoluções de problemas ou soluções para necessidades encontradas	E4
F16	Referência	Capacidade de seguir o desenvolvimento de uma ação ou a construção de uma informação, bem como suas mudanças e justificativas	E3
F17	Simplicidade	Capacidade de não apresentar dificuldades ou obstáculos	E2
F18	Tradução	Capacidade de transpor de uma língua para outra	E2, E3 e E4
F19	Trechos de código	Espaço compreendido entre dois pontos para apoiar a explicação teórica com código	E2
F20	Usabilidade	Capacidade de uso	E2, E3 e E4
F21	Viés no uso	Tendência geral apresentada como correta para implementação ou uso	E3 e E4

Todos os fatores apresentados podem afetar o engajamento dos desenvolvedores nos portais de ECOS. Por exemplo, a ausência do fator F19 pode trazer insatisfação para os desenvolvedores, fazendo com que eles saiam do portal de ECOS para adquirir conhecimento em outras fontes. A inclusão deste fator apoia a explicação teórica, fazendo com que eles não tenham a necessidade de sair do portal de ECOS para um maior entendimento dos métodos e para auxiliar no processo de implementação.

4.2 Requisitos de Transparência que Contribuem para o Engajamento de Desenvolvedores em Portais de ECOS

A seguir, são apresentados os 13 requisitos elicitados e que permitem contribuir para o engajamento em portais de ECOS. Os requisitos podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3. Requisitos que contribuem para o engajamento dos desenvolvedores em portais de ECOS.

ID	Requisito	Característica ou subcaracterística que contribui para a transparência	Fator de engajamento
RNF1	O portal deve permitir acesso por diferentes meios de comunicação, além de permitir a extração de informações em diferentes formatos e executar aplicações em diferentes plataformas	Portabilidade (Acessibilidade)	F1
RNF2	O portal deve estar disponível e público, ou seja, ter capacidade de ser utilizado no momento em que se fizer necessário	Disponibilidade e publicidade (Acessibilidade)	F1
RNF3	O portal deve estar no estado atual, ou seja, não deve apresentar informações ou funcionalidades de versões anteriores sem estar explícita a versão	Atualidade (Informativo)	F2
RNF4	O portal deve indicar as versões dos processos, aplicações e informações	Atualidade (Informativo), rastreabilidade e verificabilidade (Auditabilidade)	F2 e F16
RNF5	O portal deve descrever em minúcias os processos e informações, detalhando o conhecimento acerca da tecnologia utilizada no ecossistema	Detalhamento (Entendimento)	F3, F6, F10, F14, F15 e F19
RNF6	O portal deve ser fácil de usar, ou seja, ser simples, intuitivo e amigável	Simplicidade, intuitividade e uniformidade (Usabilidade)	F17 e F20
RNF7	O portal deve estar padronizado em todas as suas partes e possuir um número reduzido de níveis para acesso às informações e processos que o compõem	Uniformidade e operabilidade (Usabilidade) e Informativo	F1, F4, F5, F9, F12, F17 e F20
RNF8	A escrita deve estar em linguagem simples para fácil entendimento	Simplicidade (Usabilidade), Informativo e Entendimento	F5, F9, F14 e F17
RNF9	O portal deve possuir uma estética visual e funcional atraente	Amigabilidade (Usabilidade)	F8, F12 e F20
RNF10	O portal deve traduzir as informações para outros idiomas	Clareza (Informativo)	F1, F5, F9, F13 e F18
RNF11	O conhecimento acerca da tecnologia utilizada no ecossistema deve conter exemplos práticos de implementação	Clareza, comparabilidade, completeza (Informativo) e detalhamento (Entendimento)	F3, F5, F10, F15 e F19
RNF12	O portal deve possuir um fórum que permita a interação entre os atores do ecossistema	Completeza (Informativo), detalhamento (Entendimento), explicação e verificabilidade (Auditabilidade)	F2, F3, F5, F7, F9, F10, F11, F13, F15 e F19
RNF13	As informações disponibilizadas no portal não devem criar viés no uso, ou seja, não devem impor apenas uma forma de implementação como correta	Entendimento	F21

Estes requisitos servem para indicar formas de operacionalização das características e subcaracterísticas que contribuem para a transparência, tendo em vista os relatos dos participantes dos estudos, que deram origem à lista de fatores apresentada na Seção 4.1 (ver Tabela 2). Através destes requisitos, uma organização central pode implementar melhorias em seu portal de ECOS, podendo contribuir com o engajamento.

Nos trabalhos relacionados, os autores [2][5][18] elicitaram requisitos acerca dos domínios investigados e, posteriormente, organizaram o conhecimento em catálogos. Este trabalho apresenta requisitos elicitados no domínio de ecossistemas de software, com a proposta de melhorar a transparência da informação nas interfaces Web que dão suporte aos ECOS, denominadas portais de ECOS, consequentemente contribuindo para o engajamento de desenvolvedores nesses portais.

Este trabalho se diferencia dos demais trabalhos relacionados [12][20], pois buscou identificar fatores que afetam a DX, na qualidade de transparência, e, consequentemente, o engajamento, a partir dos relatos dos participantes, ou seja,

a experiência a partir de suas percepções e não da coleta de dados de interação. Este método permitiu que os desenvolvedores externalizassem o que sentiram durante a interação e durante possíveis problemas enfrentados, além de deixar claro quais foram esses problemas, na percepção deles. A partir disso, foi possível identificar pontos de melhoria nos portais de ECOS.

5 Limitações e Ameaças à Validade

Protocolo. Para mitigar ameaças com relação à validade do constructo, o *framework* de DX de Fagerholm e Münch [7] e as características e subcaracterísticas que contribuem para a transparência apresentadas por Leite e Cappelli [10] foram utilizados como base nos questionários dos estudos e para elicitar os requisitos. Para reduzir ameaças à confiabilidade do protocolo e demonstrar a credibilidade das respostas, o questionário e as respostas foram disponibilizados na íntegra¹¹. Para a validade interna, foram realizados pilotos para os estudos visando identificar possíveis inconsistências nos questionários utilizados. Para a validade externa, os pesquisadores buscaram ambientes de sala de aula reais para conduzir os estudos, com a participação de desenvolvedores iniciantes e, posteriormente, com desenvolvedores do mercado. Além disso, os resultados da análise qualitativa dos estudos foram discutidos por pelo menos dois pesquisadores e verificados por outros dois pesquisadores doutores com experiência de 15 anos em estudos qualitativos até que houvesse consenso acerca das categorizações.

Amostra. Devido à impossibilidade de definir com precisão o número total de participantes aptos para alguns estudos, foi escolhida a técnica de amostragem não probabilística por conveniência, seguindo as diretrizes de Kitchenham et al. [9]. Além disso, os pesquisadores buscaram divulgar os estudos em canais diretos (listas de e-mails de cursos de graduação e pós-graduação da área de Ciência da Computação de diversas regiões do Brasil e para grupos de desenvolvedores de software em redes sociais) com os potenciais participantes, buscando assegurar uma representação adequada do perfil definido nos estudos.

Contexto. Este trabalho se limita ao contexto brasileiro, uma vez que somente desenvolvedores do Brasil participaram dos estudos. Assim, sua generalização pode ser restrita a contextos semelhantes. O ensino pode ser também influenciado por aspectos culturais. Logo, é recomendada a execução de novos estudos para outros contextos, por exemplo, com participantes de outras nacionalidades, uma vez que poderiam ser identificados outros fatores e motivações.

6 Conclusão

Para tratar problemas de engajamento, foram feitos dois processos de elicitação. Após a organização dos dados, verificou-se que os fatores elicitados eram qualitativos e muito vinculados à transparência. A partir disso, percebeu-se uma correlação de que transparência contribui para DX e de que DX contribui para engajamento, ou seja, transparência contribui para o engajamento. Posteriormente, os requisitos foram elicitados e feito o mapeamento que resultou em um detalhamento do catálogo de transparência instanciado ao tópico de ECOS. Ou

¹¹ <https://doi.org/10.5281/zenodo.11215251>

seja, tem início uma primeira versão de um catálogo para transparência em ECOS. Como implicações, temos:

Implicações para pesquisadores. Os pesquisadores podem identificar fatores que afetam o engajamento de desenvolvedores e requisitos de transparência que podem contribuir para o engajamento em portais de ECOS, descritos nas Seções 4.1 e 4.2. Esses requisitos podem afetar a DX e o engajamento, sugerindo a existência de uma relação de contribuição que parte de transparência para DX e de DX para engajamento.

Implicações para profissionais. Profissionais da indústria que atuam na gerência de portais de ECOS podem se beneficiar dos resultados desta pesquisa, pois são listados requisitos para que organizações centrais possam melhorar seus portais a fim de promover maior transparência e engajamento. Os requisitos são apresentados na Seção 4.2.

Algumas oportunidades de trabalhos futuros foram identificadas a partir deste trabalho, tais como: **1) realizar estudos de observação com desenvolvedores:** monitorar a experiência dos desenvolvedores para entender como ocorrem as interações com as interfaces dos portais e identificar possíveis padrões de comportamento, com e sem a implementação dos requisitos; **2) implementar e avaliar os requisitos identificados em portais de ECOS:** o objetivo é verificar se os requisitos contribuem, de fato, para o engajamento de desenvolvedores em portais de ECOS; e **3) consolidar o catálogo dos requisitos de transparência:** o objetivo é aprimorar o catálogo até que se tenha os três níveis, servindo como guia de consulta para operacionalizações e boas práticas.

Agradecimentos O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 / Proc. 88887.928989/2023-00, CNPq (Proc. 316510/2023-8), FAPERJ (Procs. E-26/210.688/2019 e 211.583/2019) e UNIRIO (PPQ 2023). O primeiro autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o segundo autor agradece à Universidade Federal Fluminense (UFF) o apoio.

Referências

1. Abreu, L.F., Barbosa, G.A.R., Silva, I.S., Santos, N.S.: Caracterização dos processos para elicitação de requisitos de software: Uma revisão sistemática da literatura. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação pp. 192–199 (2016)
2. Barbosa, A., Malcher, P., Santos, R.P.: Reqs-ci: Um catálogo de requisitos não-funcionais para sistemas de informação em cidades inteligentes sob a perspectiva de ecossistemas digitais. In: Anais do WER23 - Workshop em Engenharia de Requisitos. vol. 26. Even3, Porto Alegre, Brasil (2023)
3. Cataldo, M., Herbsleb, J.D.: Architecting in software ecosystems: Interface trans-luence as an enabler for scalable collaboration. In: Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume. pp. 65–72. ECSA '10, Association for Computing Machinery, New York, USA (2010)
4. Chung, L., Nixon, B.A., Yu, E., Mylopoulos, J.: Non-functional requirements in software engineering, vol. 5. Springer Science & Business Media (2012)
5. Costa, L.R., Castro, J., Kelner, J., Lencastre, M.: Requisitos não-funcionais de confiança: Um catálogo para robôs socialmente assistivos. In: Anais do WER22 - Workshop em Engenharia de Requisitos. Even3, Natal, Brasil (2022)

6. Dubois, E., Yu, E., Petit, M.: From early to late formal requirements: a process-control case study. In: Proceedings Ninth International Workshop on Software Specification and Design. pp. 34–42. IEEE (1998)
7. Fagerholm, F., Münch, J.: Developer experience: Concept and definition. In: 2012 International Conference on Software and System Process (ICSSP). pp. 73–77 (2012)
8. Hanssen, G., Dybå, T.: Theoretical foundations of software ecosystems. In: Proceedings of the 4th International Workshop on Software Ecosystems (IWSECO) - 3rd International Conference on Software Business (ICSOB). vol. 879, pp. 6–17 (2012)
9. Kitchenham, B.A., Budgen, D., Brereton, P.: Evidence-Based Software Engineering and Systematic Reviews. Chapman & Hall/CRC (2015)
10. Leite, J.C.S.P., Cappelli, C.: Software transparency. *Business & Information Systems Engineering* **2**, 127–139 (06 2010). <https://doi.org/10.1007/s12599-010-0102-z>
11. Manikas, K.: Revisiting software ecosystems research: A longitudinal literature study. *Journal of Systems and Software* **117**, 84–103 (2016)
12. Meireles, A.I., Santos, R.P., Cappelli, C.: Um instrumento para avaliação e sugestões de mecanismos de transparência em portais de ecossistemas de software. *iSys - Revista Brasileira de Sistemas de Informação* **12**(6), 05–38 (2019)
13. O’Brien, H.L., Toms, E.G.: What is user engagement? a conceptual framework for defining user engagement with technology. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* **59**(6), 938–955 (2008)
14. Parracho, T.M.: Engajamento de Desenvolvedores em Portais de Ecossistemas de Software. Trabalho de conclusão de curso, EIA/UNIRIO, Rio de Janeiro, Brasil (2023)
15. Parracho, T.M., Zacarias, R.O., Seruffo, M.C.R., Santos, R.P.: Investigating factors on information consumption by software developers on software ecosystem portals. *iSys - Brazilian Journal of Information Systems* **17**(1), 3:1–3:46 (2024)
16. Santos, R., Cappelli, C., Maciel, C., Leite, J.C.S.P.: Transparência em ecossistemas de software. In: WDES’16: Anais do X Workshop em Desenvolvimento Distribuído de Software, Ecossistemas de Software e Sistemas-de-Sistemas. pp. 75–79. Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, Brasil (2016)
17. Santos, R.P.: Managing and Monitoring Software Ecosystem to Support Demand and Solution Analysis. Tese de doutorado, COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil (2016)
18. Sousa, H.P.S., Almentero, E.K., Classe, T.M., Santos, R.J., Leite, J.C.S.P.: Uma abordagem baseada no catálogo de requisitos não funcionais para conformidade à lgpd. In: Anais do WER23 - Workshop em Engenharia de Requisitos. Even3, Porto Alegre, Brasil (2023)
19. Sousa, H.P.S., Leal, A.L.C., Leite, J.C.S.P.: Alinhamento de operacionalizações entre transparência e mps. br. *iSys-Brazilian Journal of Information Systems* **8**(4), 109–141 (2015)
20. Souza, K.E.S., Zacarias, R.O., Seruffo, M.C.R., Santos, R.P.: T2-uxt: A tool to support transparency evaluation in software ecosystems portals. In: Proceedings of the XXXIV Brazilian Symposium on Software Engineering. pp. 415–420. SBES ’20, Association for Computing Machinery, New York, USA (2020)
21. Yu, Y., Lapouchnian, A., Liaskos, S., Mylopoulos, J., Leite, J.C.S.P.: From goals to high-variability software design. In: Foundations of Intelligent Systems: 17th International Symposium, ISMIS 2008 Toronto, Canada. pp. 1–16. Springer (2008)